



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

21 Aktenzeichen: 198 39 397.0
22 Anmeldetag: 29. 8. 1998
43 Offenlegungstag: 2. 3. 2000

DE 198 39 397 A 1

71 Anmelder:
Readymix Betonbauteile GmbH, 40880 Ratingen,
DE
74 Vertreter:
Patentanwält Dörner & Dörner, 58095 Hagen.

72 Erfinder:
Hinnemann, Jürgen, 46535 Dinslaken, DE; Goldau,
Eckhard, Dr., 40885 Ratingen, DE

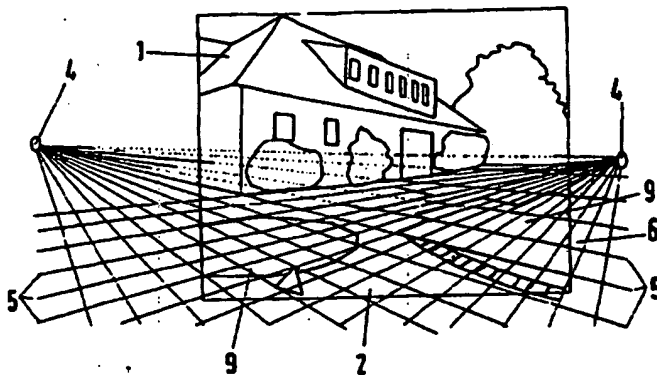
56 Entgegenhaltungen:
DR.SC.GOTTWALD, S., u.a.(Hrsg.): "Handbuch der
Mathematik", Buch und Zeit
Verlagsgesellschaft mbH,
Köln, ISBN 3-7042-6019-3, VEB, 1986, S. 224-227;
ZIMMERMANN, K.: Entwicklung einer
bildorientierten
Benutzungsoberfläche für wissensbasierte Dialog-
systeme; In: KANSY, K.u.a.: Graphik und KI,
Springer, 1990, S. 10-18;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

53 Verfahren zum Gestalten einer Fläche

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Gestalten einer
ein dreidimensionales Objekt (1) umgebenden Fläche (2)
anhand einer vollständigen Fotografie eines Objekts und
der Fläche. Die Fotografie des Objekts (1) wird einge-
scannt. Mindestens zwei Fluchtlinien zur Berechnung von
Fluchtpunkten (4) des Objekts werden digitalisiert. Zwi-
schen den Punkten wird ein Netzwerk (6) erzeugt und in
das Netzwerk (6) hinein werden gewünschte Teilflächen
neu belegt.



BEST AVAILABLE COPY

DE 198 39 397 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Gestalten einer dreidimensionalen Objekt umgebenden Fläche anhand einer vollständigen Fotografie des Objekts und der Fläche.

Als bald nach ihrem Aufkommen wurde die computergestützte Konstruktion (CAD) auch in der Architektur eingesetzt: Mit einem Computer werden zunächst ein Modell elektronisch flüchtig zusammengebaut und über eine Software alle wichtigen Informationen in den Speicher des Geräts eingegeben. Der Computer gestattet es dann, ein Modell aus einem bestimmten Blickwinkel zu zeigen und die Ergebnisse technischer Prüfungen darzustellen. Das entsprechende Bild erscheint auf dem Bildschirm. Um Konstruktionsänderungen vorzunehmen, werden neue Daten in den Computer eingegeben; dieser baut sie dann in den vorhandenen Entwurf ein und erzeugt nötigenfalls ein abgeändertes Modell. Die Schwierigkeit bei dem beschriebenen Verfahren besteht darin, daß ein Handvoll Referenzmaße benötigt werden, damit der Rechner u. a. weiß, wo sich der Betrachter bezogen auf das Objekt befindet. Den Standpunkt, den sog. Fotostandpunkt, kennt der Betrachter nämlich meistens nicht. Wenn folglich eine Fotografie eines Objekts gemacht wird, können diese Referenzmaße in aller Regel nur geschätzt werden. Hinzu kommt, daß man in der Lage sein muß, zur Erstellung von Flächen mit einem CAD-Programm zu arbeiten, um vom CAD in ein dreidimensionales Verzerrungsprogramm gehen zu können. Von der Handhabung her braucht man also gewisse Vorkenntnisse, um überhaupt mit solchen Instrumenten arbeiten zu können.

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, von einer vollständigen Fotografie eines dreidimensionalen Objekts und einer sie umgebenden Fläche letztere zu gestalten. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Fotografie des Objekts eingescannt wird, daß mindestens zwei gegenüberliegende charakteristische Fluchtpunkte des Objekts digitalisiert werden, daß ihr Abstand als Maß eingegeben wird, daß zwischen den Fluchtpunkten ein Raster - Netzwerk - erzeugt - generiert - wird, und daß in das Raster hinein gewünschte Teilflächen perspektivisch und geometrisch realitätsgetreu neu generiert werden.

Bei der Erfindung wird beispielsweise die Fotografie eines Hauses als Grundlage genommen, eingescannt und im Computer abgespeichert. Von dem Haus werden zwei oder drei Maße genommen, die bekannt sind, z. B. Höhe von Fußboden bis zum Dach weitere zwei oder drei Referenzmaße, die leicht zu messen sind, im Notfall sogar ziemlich genau zu schätzen sind. Mit den Referenzmaßen ist dann der Computer in der Lage, ausgehend von gegenüberliegenden Fluchtpunkten eine fiktivische Verzerrung, die sich aus der Fotografie heraus ergibt, zu übersetzen in ein Netz, das sich über die gesamte Fotografie legt, so daß die ausgewählten Teilflächen perspektivisch genau und auch von den Abmessungen proportional zum Haus in dieses Netz hineingelegt werden kann, z. B. eine neue Hofgestaltung mit Hilfe von Pflastersteinen. Mit anderen Worten: Bei der Erfindung werden Teilflächen in das Netzwerk hineingelegt, das als Orientierung dient (z. B. besteht das Netz aus Quadraten von 1 m x 1 m), wobei das Netzwerk sich an der Geometrie des Hauses orientiert, die mathematisch übersetzt wurde aus den Referenzmaßen und der eingescannten Fotografie. Wenn dieses Netz fertig ist, stimmt die Proportion der zu verlegenden Pflasterflächen proportional mit dem Haus überein. Dann kann in diese Flächen das Pflaster in jeder möglichen Farbe, Oberflächenstruktur, gesandstrahlt o. dgl. eingelegt werden. In dieses Netz kann außerdem jede beliebige andere Teilfläche, z. B. die Form eines Weges vom Bürgersteig zum Haus,

hineinkonstruiert werden per Mouse-Click. Für den Kunden wird quasi am Bildschirm "gemalt" und während gemalt wird, entsteht auf dem Bildschirm die gewünschte Fläche.

In Weiterbildung ist die Erfindung dadurch gekennzeichnet, daß die Rasterflächen mit einer Mouse als CAD-Programm abgespeichert werden, daß aus dem CAD-Programm in einen 3D-Render eingelesen wird und daß in einem - zweidimensionalen - Grundriß die Belegung der gewünschten Teilflächen vorgenommen wird.

Bei der Ausgestaltung der Erfindung entsteht auf dem Bildschirm neben der Fotografie ein zweidimensionales Bild, also eine Aufsicht. Sie entsteht automatisch wie die nach der Erfindung gestaltete Fläche. Bei der Ausgestaltung der Erfindung wird also in die vollständige Fotografie hineinkonstruiert ohne CAD-Programm. Es wird nicht über CAD gegangen, nicht von der Zweidimensionalität aus, die erst später perspektivisch in eine Fotografie hineinverzerrt wird, sondern umgekehrt: Von der Fotografie mit den Referenzpunkten wird über das Netzwerk gegangen und dann in die Zweidimensionalität, um die benötigten Maße exakt zu bekommen.

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden nachfolgen im einzelnen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 die Fotografie eines Hauses;

Fig. 2 die in Fig. 1 dargestellte Fotografie mit Referenzpunkten;

Fig. 3 die in Fig. 1 und 2 dargestellte Fotografie mit Raster;

Fig. 4 das Raster nach Fig. 3, bei dem die gewünschten neu zu gestaltenden Flächen belegt sind;

Fig. 5 die Darstellung der neuen Flächen nach Fig. 4 ohne Raster;

Fig. 6 die in den Fig. 1 bis 5 dargestellte Fotografie mit neu belegten Flächen;

Fig. 7 die Darstellung eines anderen Hauses in Perspektive und im Grundriß;

Fig. 8 die in Fig. 7 enthaltene - vergrößerte - Darstellung mit ausgewählter neuer Belegung.

Fig. 9 bis 12 zeigen mathematische Beziehungen, die bei der Erfindung benutzt werden.

Ein Kunde stellt eine Fotografie eines Objekts 1, zum Beispiel seines Hauses, mit Umfeld, insbesondere mit der das Objekt umgebenden Fläche 2, zur Verfügung. Es wird dann die Fotografie dieses Objekts eingescannt mit einer bekannten Scanner-Software. Sodann werden charakteristische Maße 3 des Objekts 1, z. B. die Höhe des Hauses vom Fußboden bis zum Dach, bestimmt. Zwischen zwei berechneten gegenüberliegenden Fluchtpunkten 4 wird ein Netzwerk 6 aus Fluchlinien 5 gelegt - Fig. 2 und 3 -. Die perspektivische Verzerrung gehorcht einer mathematischen Funktion. Wenn man also das charakteristische Maß als Beispiel kennt, vielleicht noch ein zweites Referenzmaß hinzunimmt, z. B. eine bekannte Fensterbreite, dann hat man über die Referenzmaße die Möglichkeit, alle anderen Maße innerhalb des Objekts zurückzurechnen, weil diese der Funktion der Fluchpunkte gehorchen. Es werden also bestimmte charakteristische Punkte digitalisiert.

Hat man mindestens zwei Fluchpunkte 4, kann man in die Ebene das Netzwerk 6 hineinlegen, wobei jede Fläche als Teilfläche des Netzwerks gleich groß ist. Es ist also folgende Definition möglich: Man lege ein Netzwerk von 1 qm großen Teilflächen. Dann wird durch die optische Verzerrung die Teilfläche im vorderen Bereich größer erscheinen als im hinteren Bereich. Das ist auch notwendig, damit später mit Belag, z. B. mit Pflastersteinen, in den Bereich hineingegangen werden kann und die Proportionen der einzelnen Teile des Belags bezogen auf das Objekt gleich bleiben.

Wenn man also weiß, daß das Maß 3 die Entfernung von Oberkante Boden bis Unterkante Dach des Hauses ist, z. B. 3,50 m beträgt, dann hat man ein entsprechendes Referenzmaß. An dieser Stelle kann man über eine mathematische Funktion auch die Meterfelder definieren. Danach können mit einem anderen Software-Paket Teilflächen der Fläche 2 neu belegt werden. Es ist also wahlweise beispielsweise ein Kranz 7 in anderer Form 9 zu gestalten. Es ist möglich, aus dem Bild heraus Teilflächen zu löschen und in die gelöschte Fläche eine neue Fläche hinzuzulegen. Es wird also zunächst von der Unrandung markiert; ich kann konstruieren wie in einem konkreten Bild. Benutzt wird für diesen Zweck ein Software-Paket, das unten erläutert ist: Man schneidet Pflaster 7 heraus und legt eine neue Fläche 9 wieder hinein. Auf gleiche Weise kann man einen Baum 8 herausschneiden und ihn an eine andere Stelle, z. B. vorne im Bild aufstellen. Man kann auch aus einem ganz anderen Bild Module nehmen und in das vorhandene Bild hincinstellen. Dadurch, daß einmal die Proportionen vorgegeben sind durch das Netzwerk 6, würde der Baum 8 perspektivisch automatisch in das Bild passen, gleichgültig, wohin man ihn stellt.

Der nächste Schritt besteht darin, daß das Netzwerk 6 wieder aus dem Bild herausgenommen wird – Fig. 5 und 6 –. Es bleiben die neu konstruierten Flächen 9, also nur definierte Bereiche, in denen vorhandener Belag hinterher gelöscht werden soll. Letztlich kann jedes gelöschte Feld mit einer beliebigen anderen Pflasterfläche belegt werden, die im Speicher abgelegt ist. Das wird wie eine Folie untergeschoben. Der Teil, der untergeschoben wird, paßt sich automatisch der Proportion des Hauses an.

Bisher ist die dreidimensionale Arbeit am Bildschirm beschrieben. Dabei bleibt man auf der Ebene des eingescannten Fotos und arbeitet damit.

Parallel dazu kann, weil die mathematische Funktion vorhanden ist, mit einer Bildleiste gearbeitet werden, bei der man den Grundriß des Objekts 10 und Fläche als Raster als Aufsicht habe, also zweidimensional – Fig. 7 und 8 –. In diesem Grundriß kann man sofort konstruieren; man sieht in der Aufsicht wie groß und wie dimensioniert die Fläche tatsächlich ist. Man hat die Möglichkeit, Materialauszüge oder Flächenberechnung zu machen. Das ist gemeint, wenn gesagt wird, "einlesen in 3D-Render". Hierzu wird wiederum das Software-Programm benutzt, das die Übersetzung in die zweite Dimension aus der dritten Dimension mit der perspektivischen Verzerrung macht. Umgekehrt ist das gleiche möglich: Aus dem 3D-Render heraus kann in ein CAD-Programm als Beispiel eingelesen werden. Man kann jetzt springen und entweder zweidimensional konstruieren oder auf dem Bildschirm mit einer Mouse in dem konkreten Bild malen: Das Programm übersetzt automatisch in die zweite Dimension im Grundriß. Oder man malt im Grundriß und sagt, man möchte wieder in die perspektivische Verzerrung hinübergehen. Der Verwender hat die Möglichkeit, auf zwei Ebenen zu konstruieren. "Konstruieren" heißt, die Fläche, z. B. das vorhandene Bild, zu manipulieren – Pflasterflächen zu verändern –. Dann gibt es einen Katalog innerhalb des Computers, in dem sämtliche Oberflächen und Farben und Verlegemuster, die mit einer bestimmten Produkt-Palette möglich sind, hinterlegt sind wie ein Inhaltsverzeichnis. In einer definierten Fläche möchte man also einen bestimmt geformten und farbigen Stein haben. Das ist von der Bildqualität so fotorealistisch, daß nicht erkennbar ist, ob das Objekt bereits ausgeführt oder noch Vision ist; die Vordigitalisierung und das konkret ausgeführte Objekt kann man nicht unterscheiden.

Zusammengefaßt wird bei der Erfindung von einem konkreten Objekt-Foto über Referenzpunkte eine mathematische Funktion der perspektivischen Verzerrung abgeleitet,

darüber dann in die zweite Dimension gegangen und konstruiert. Was erzeugt – generiert – wird, ist im Grunde die Ableitung aus der beschriebenen Software. Die Flächen werden als CAD abgespeichert; damit erhält man aus der dritten Dimension die zweite Dimension. Damit kann man auch Flächenberechnung, Materialauszüge usw. durchführen. Dann geht es von hier aus in den 3D-Render eingelesen wieder den Schritt zurück. Die Verzerrung, die sich daraus ergibt, macht das Programm. 3D-Render ist die Verbindung von zwei- zu dreidimensional. Daß nach bestimmten Referenzen, Maßen und Punkten diese 3D-Verzerrung entsteht, kennzeichnet die Erfindung. Die Maße müssen vorgegeben werden, dann kann aus dem CAD-Bereich die perspektivische Verzerrung im 3D-Bereich entstehen. Diese Vorgabe der Eckdaten wird rückwärts über das Modell geholt. Das ergibt sich aus dem ursprünglich zur Verfügung stehenden Foto. Die Fluchtpunkte ergeben sich automatisch. Es ist immer mindestens ein Fluchtpunkt vorhanden, auf den bezogen ein konkretes Objekt integriert ist.

Nachfolgend werden anhand der Fig. 9 bis 12 die mathematischen Beziehungen, die bei der Realisierung der Erfindung benutzt werden, erläutert:

Problemstellung

Es soll anhand einer eingescannten Aufnahme eines Gebäudes mit möglichst wenigen Referenzdaten (Vergleichsstrecken mit realen Maßen s. u.) ein Koordinatensystem in das Bild gelegt werden, welches es dann erlaubt beliebige Punkte einer Ebene zu bestimmen und in ein cartesisches Koordinatensystem 2D zu transformieren. Über entsprechende Funktionen kann dann wiederum ein 2D-Koordinatenpaar in die 3D-Ansicht umgewandelt werden. Die Methode, beliebige Punkte bestimmen zu können, ermöglicht die Berechnung von Geraden und somit auch die Berechnung von Flächen.

Vorgehensweise

Bedingung zur Berechnung beliebiger Koordinatenpaare aus einer 3D-Ansicht (Photo eines Hauses etc.) heraus in ein cartesisches Koordinatensystem ist das Vorhandensein zweier senkrecht aufeinander stehender Fluchtpunkte in einer Ebene. Die dazu notwendigen charakteristischen Maße eines Objektes müssen deshalb ebenfalls senkrecht zueinander stehen. Dies bedeutet in der Praxis, daß das Gebäude senkrecht auf der zu digitalisierenden Fläche stehen muß. Ebenfalls müssen die Referenzflächen des Hauses in einem rechten Winkel zueinander stehen. Es gibt drei Fallunterscheidungen:

Der 1. Fall ist in Fig. 9 dargestellt. Bei einem perspektivisch aufgenommenen Gebäude (Front- und Seitenansicht sind zu sehen) müssen die Seitenlängen I_1 , I_2 und, falls Höhen berechnet werden sollen, die Höhe h bekannt sein. Absolute Koordinaten müssen und können auch nicht bekannt sein, da weder Brennweite noch die Position der Kamera bekannt ist. Der Nullpunkt NP wird beliebig (s. u.) festgelegt.

Der 2. Fall ist in Fig. 10 dargestellt. Bei Aufnahme eines Gebäudes seitlich von vorne (z. B. Reihenhäuser) fehlen die Tiefeninformationen, da nur eine Hausseite zu sehen ist. Neben Angabe von Breite b und Höhe h werden deshalb zwei Linien I_1 , I_2 und deren Längen im Frontbereich benötigt, die an der Hauswand beginnen und dazu senkrecht stehen müssen. Nun können wieder beide Fluchtpunkte bestimmt und das Koordinatensystem berechnet werden.

Der 3. Fall ist in Fig. 11 dargestellt. Bei einer Frontalaufnahme (die Kamera wurde gerade vor dem Gebäude positioniert) verhält es sich ähnlich wie im Fall 2, jedoch ergeben

sich hier zwei Fluchtpunkte für die Frontseite links und rechts von der Kaniera. Deshalb müssen eine Spiegelachse in X-Richtung bestimmt und die Werte ggf. transformiert werden.

Letztendlich werden Fall 2 und Fall 3 auf Fall 1 zurückgeführt, so daß die Berechnung der Koordinaten von 3D nach 2D über die gleichen Funktionen erfolgen kann. Dies gilt dann auch für die Umkehrung von 2D nach 3D. Mathematisch betrachtet wird ein Fluchtpunkt durch den Schnittpunkt zweier paralleler Linien (z. B. seitliche obere und untere Gebäudekante) bestimmt, vgl. Fig. 12. Dies erfolgt durch Berechnung der entsprechenden Geradengleichungen. Anhand der oben beschriebenen Längenangaben sowie der Fluchtpunkte hat man dann die Möglichkeit, ausgehend von einem beliebigen Nullpunkt NP, über die geometrische Funktion des Tangens jeden beliebigen Wert auf der X- und Y-Achse zu bestimmen. Mit der Möglichkeit der Transformation von 2D- in 3D-Koordinaten und umgekehrt, können wie eingangs erwähnt, auch Flächen definiert werden. Man ist also in der Lage, die Beschaffenheit (das Muster) eines Flächenausschnittes oder der ganzen Ebene perspektivisch korrekt zu manipulieren. Für die Darstellung der Pflasterflächen werden Pixelgrafiken verwendet. Ihre Umrechnung von 2D auf 3D erfolgt letztendlich über den hier beschriebenen Weg.

Im Programm können außerdem sogenannte Ausgestaltungselemente platziert werden, z. B. Pflanzen. Um eine realistische Höhendarstellung in Abhängigkeit von ihren Platzierungspunkten zu erreichen, werden die Elemente entsprechend den Höhenangaben im Bild skaliert.

Das Programm zur Ausführung der Erfindung wurde mit Visual C++ Version 5.0 entwickelt. Dies gilt auch für die Datenbankoperationen, die sich auf das Datenbankformat von Microsoft Access beziehen. Es handelt sich also um ein einziges Modul, welches als Betriebssystem Microsoft 95, Microsoft 98 oder Microsoft Windows NT voraussetzt. Die Art und Weise, wie ein Bild eingelesen wird, ist unabhängig von dem Modul und bleibt dem Anwender überlassen. Die vorgenannten Formeln bzw. Algorithmen befinden sich im Kern des Programmes.

Bezugszeichenliste

1 Objekt Haus -	
2 Fläche	45
3 Maß Referenz -	
4 Fluchtpunkte	
5 Fluchtlinien	
6 Netzwerk	
7 Kranz	50
8 Baum	
9 Neue Fläche	
10 Grundriß	

Patentansprüche

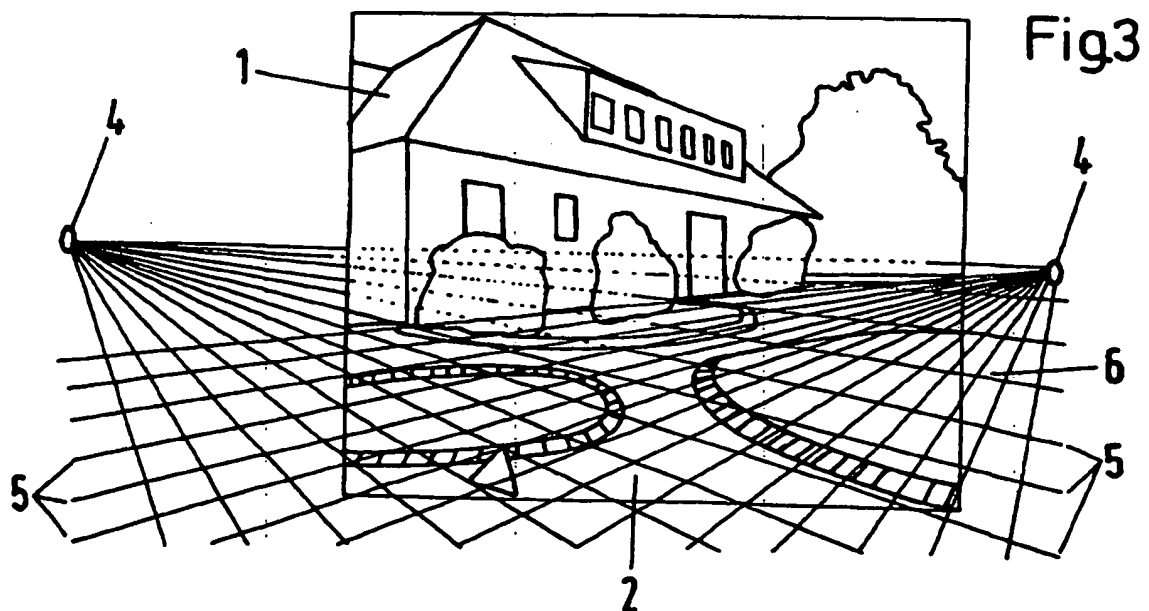
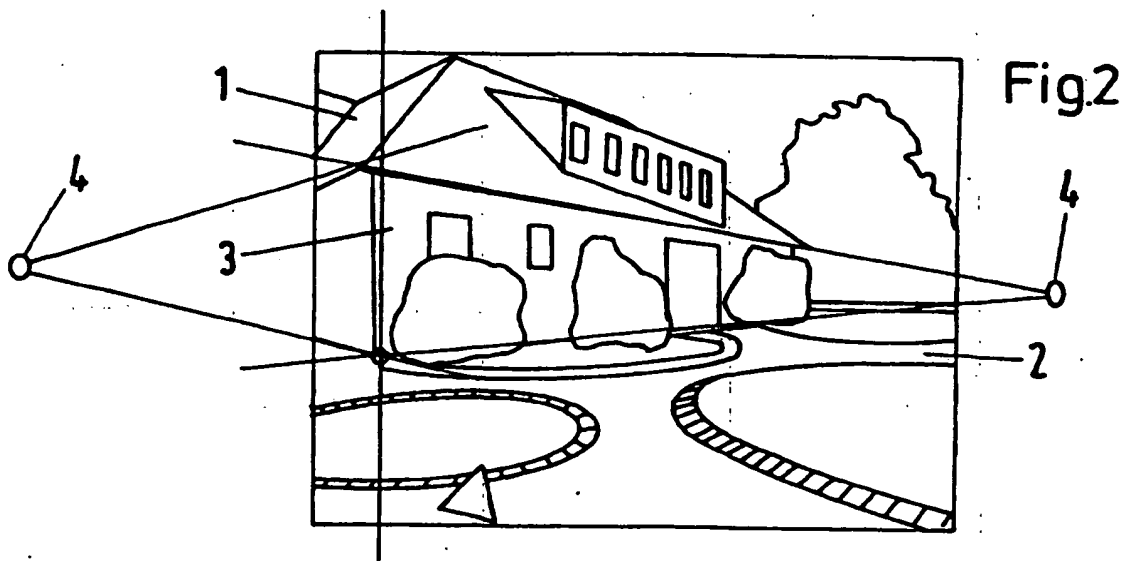
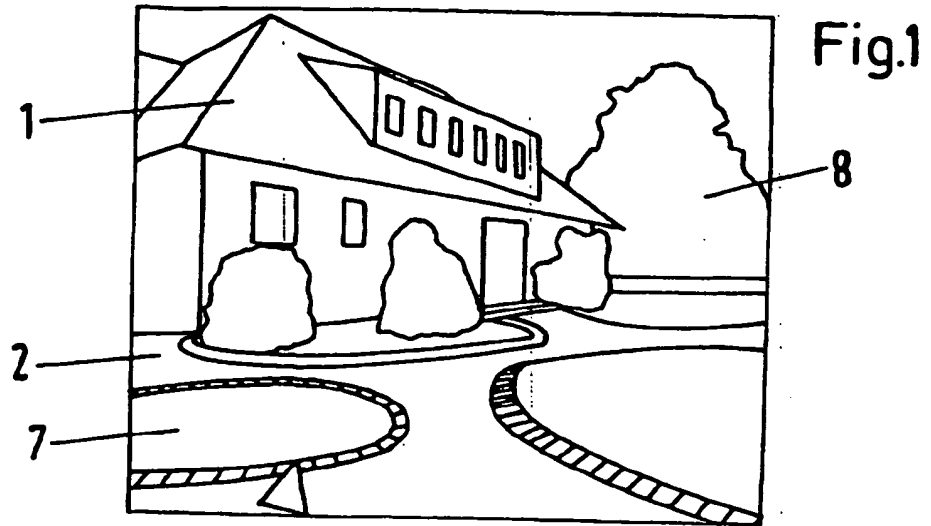
1. Verfahren zum Gestalten einer ein dreidimensionalen Objekt umgebenden Fläche anhand einer vollständigen Fotografie eines Objekts und der Fläche, dadurch gekennzeichnet, daß die Fotografie des Objekts (1) eingescannt wird, daß mindestens zwei gegenüberliegende charakteristische Fluchtpunkte (4) des Objekts digitalisiert werden, daß ihr Abstand als Maß eingegeben wird, daß zwischen den Fluchtpunkten ein Netzwerk (6) erzeugt - generiert - wird, und daß in das Netzwerk (6) hinein gewünschte Teilflächen (9) perspektivisch und geometrisch realitätsgetreu generiert werden.

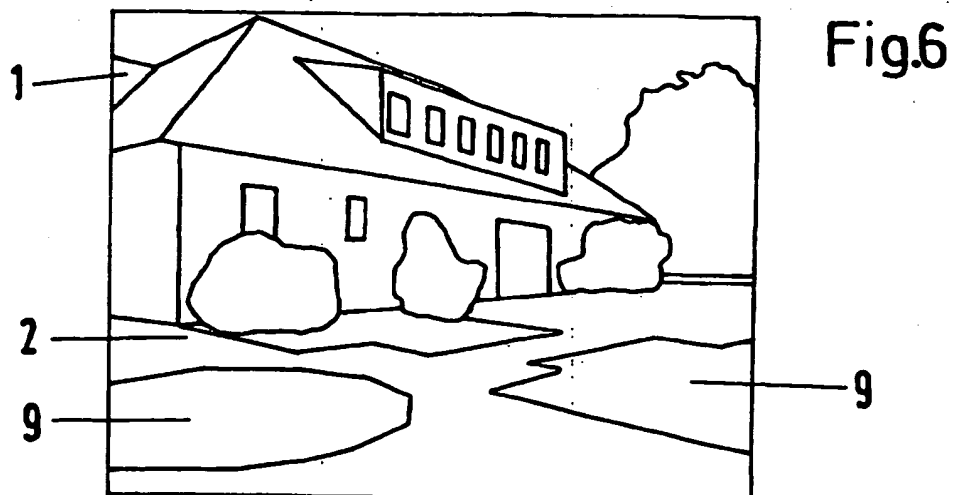
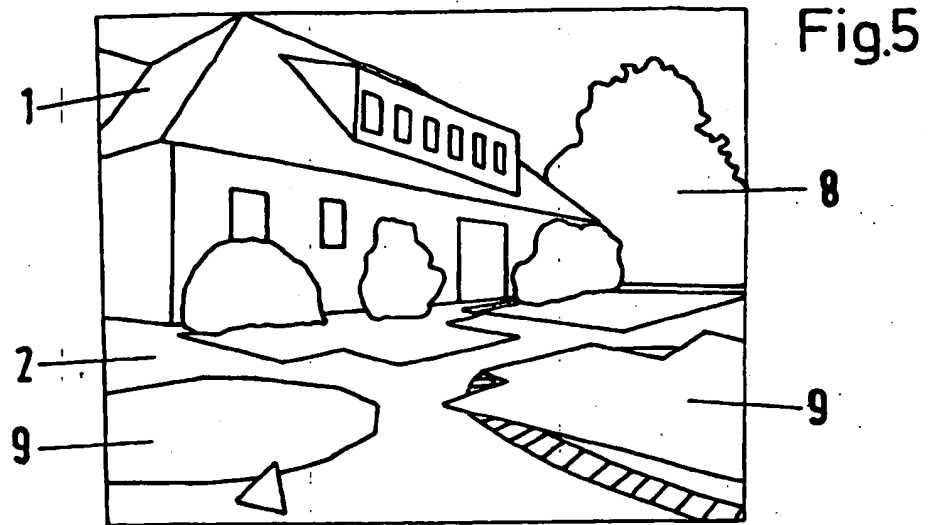
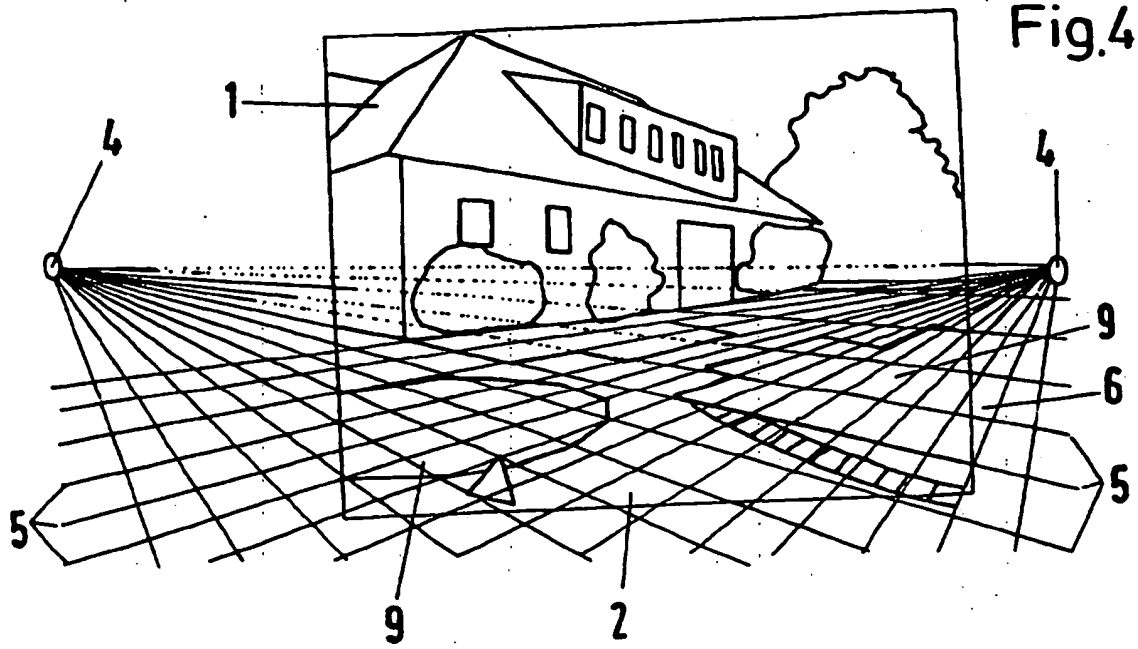
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Netzwerkflächen mit einer Mouse als CAD-Programm abgespeichert werden, daß aus dem CAD-Programm in einen 3D-Render eingelesen wird und daß in einen - zweidimensionalen - Grundriß (10) die Belegung der gewünschten Teilflächen (9) vorgenommen wird.

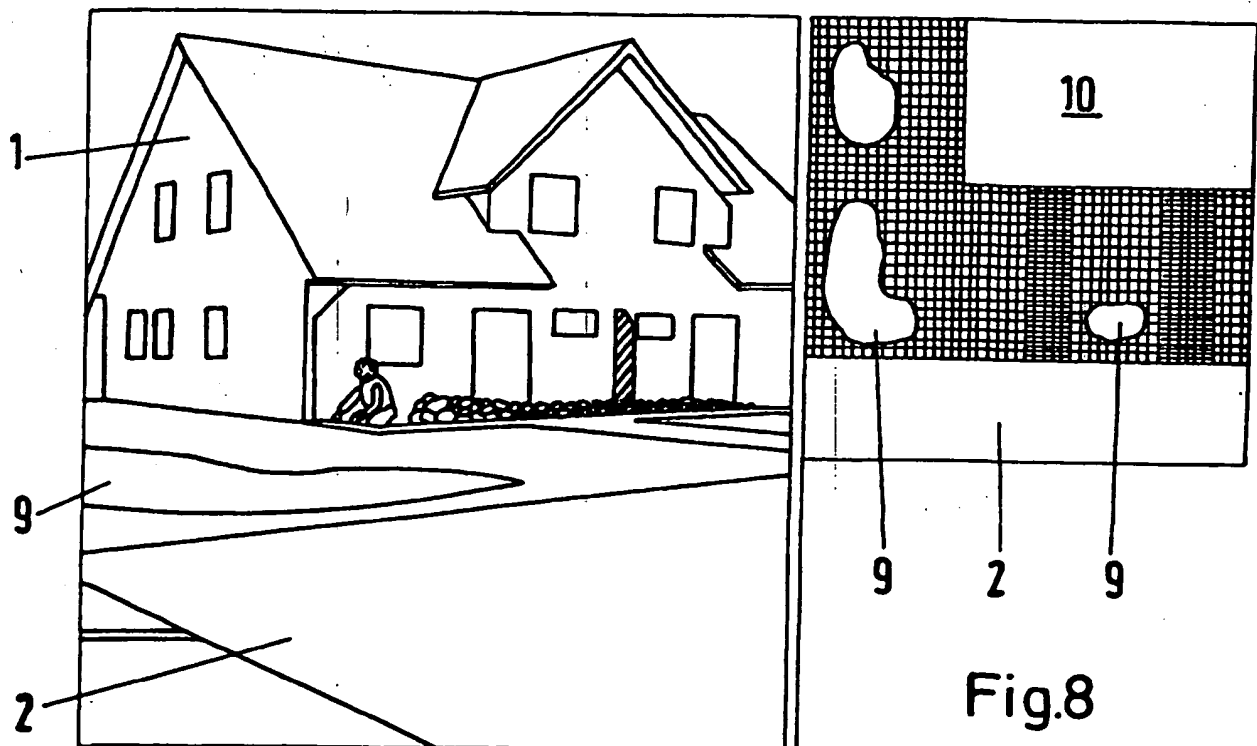
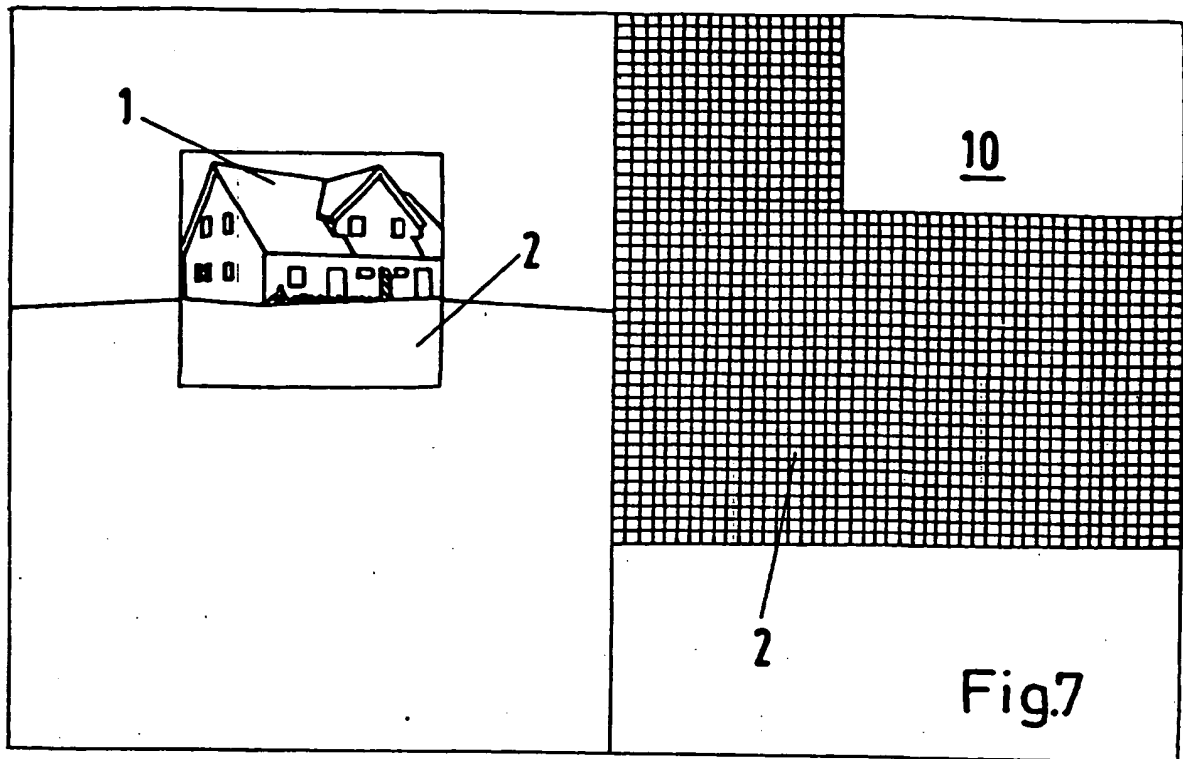
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem zweidimensionalen Grundriß (10) in die perspektivisch und geometrisch realitätsgetreuen dreidimensionalen Teilflächen gesprungen wird und umgekehrt.

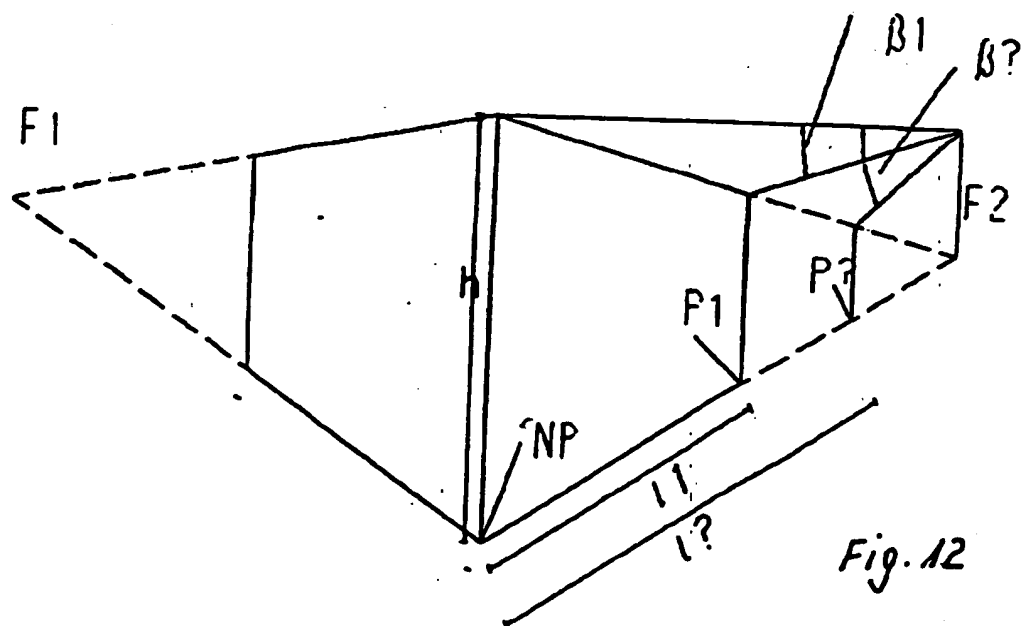
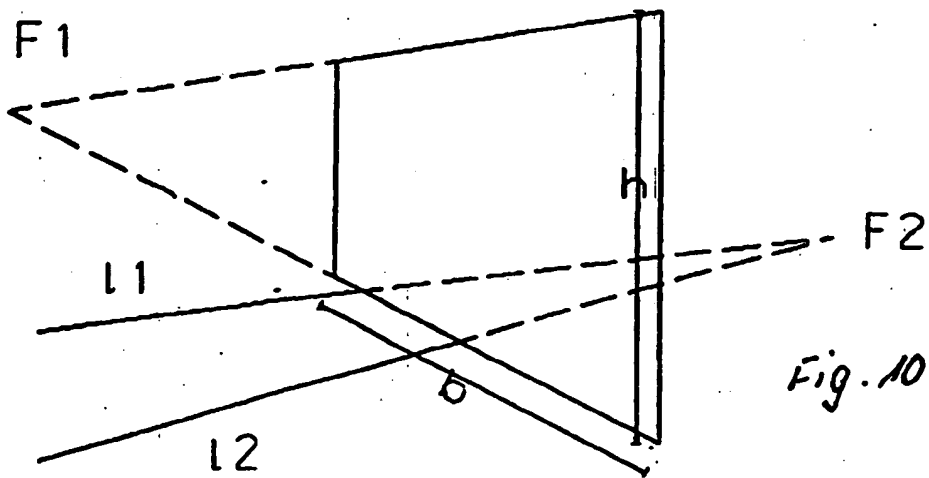
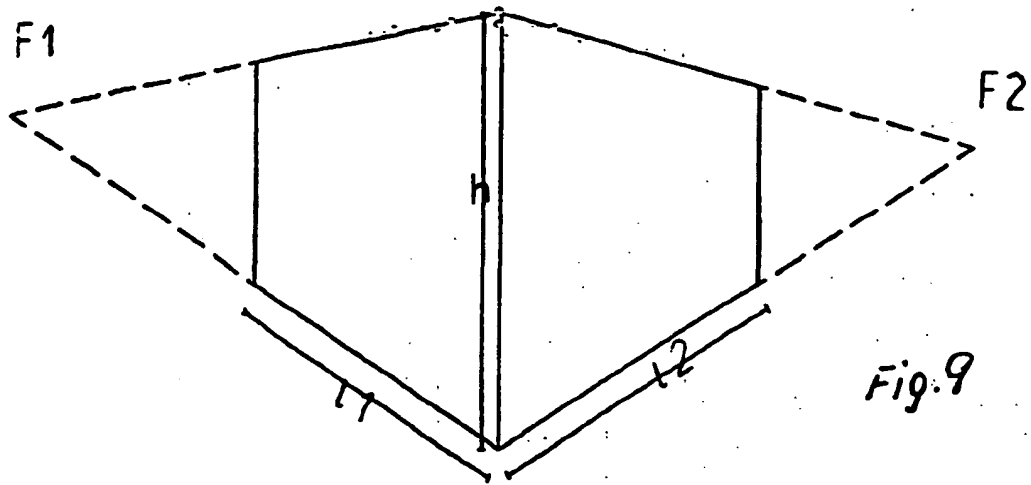
Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -









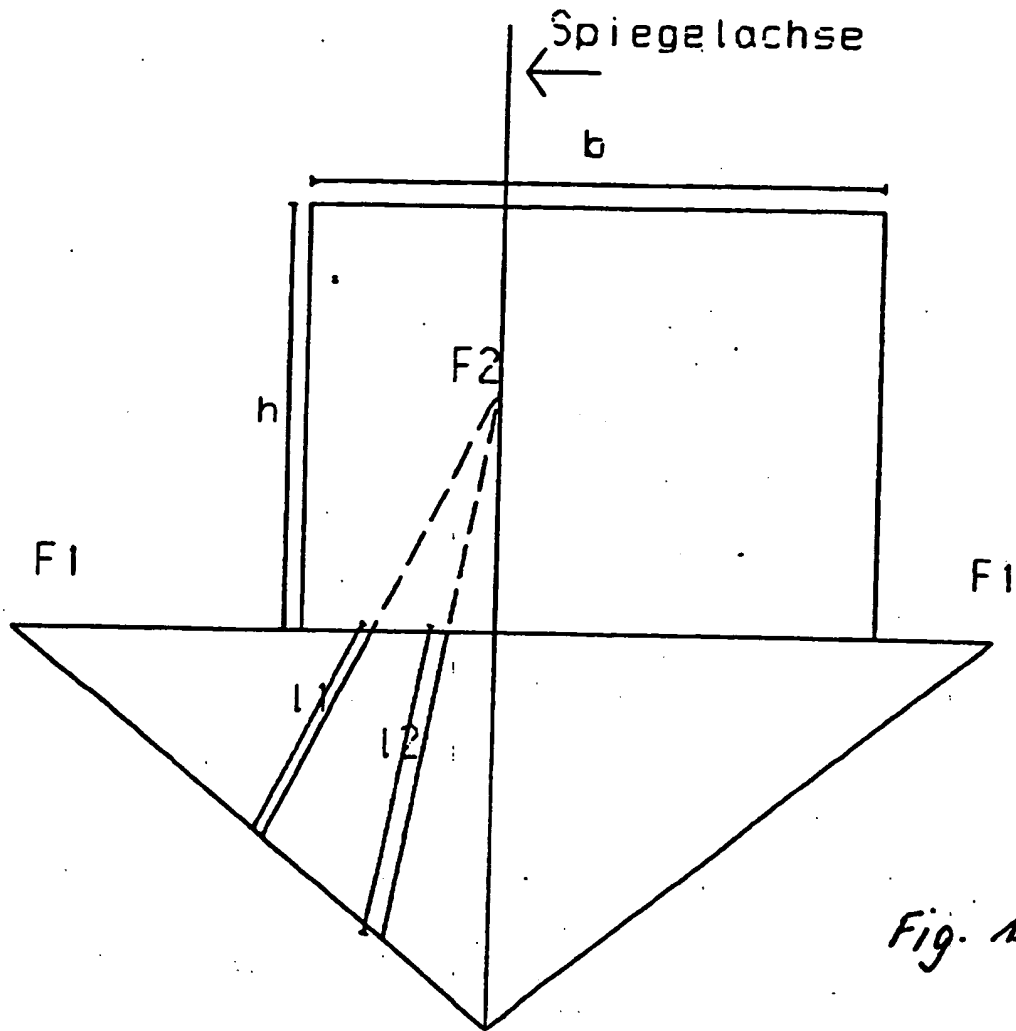


Fig. 11

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.